

## **ENGLISH TRANSLATION OF JP 10-147783 A**

### **CLAIMS**

1. A liquid crystal material comprising a liquid crystal material main body, a polymer-forming material, a first polymerization initiator that has a poor compatibility with the liquid crystal material main body, and a second polymerization initiator that has a good compatibility with the liquid crystal material main body.
2. The liquid crystal material according to claim 1, wherein the first polymerization initiator has, in its light absorbing wavelength region, a wavelength region that does not overlap with the light absorbing wavelength region of the liquid crystal material main body.
3. The liquid crystal material according to claim 1 or 2, wherein the first polymerization initiator has, in its light absorbing wavelength region, a wavelength region that does not overlap with the light absorbing wavelength region of the second polymerization initiator.
4. The liquid crystal material according to one of claims 1 to 3, wherein the second polymerization initiator has, in its light absorbing wavelength region, a wavelength region that does not overlap with the light absorbing wavelength region of the liquid crystal material main body.
5. The liquid crystal material according to one of claims 1 to 4, wherein the second polymerization initiator has, in its light absorbing wavelength region, a wavelength region that does not overlap with the light absorbing wavelength region of the first polymerization initiator.
6. The liquid crystal material according to one of claims 1 to 5, further comprising a light absorbing agent that has a good compatibility with said liquid crystal material main body.
7. The liquid crystal material according to claim 6, wherein the light absorbing agent has, in its light absorbing wavelength region, a wavelength region that overlaps with the light absorbing wavelength region of the first polymerization initiator.

8. The liquid crystal material according to claim 6 or 7, wherein the second polymerization initiator has, in its light absorbing wavelength region, a wavelength region that does not overlap with the light absorbing wavelength region of the light absorbing agent.

9. A method for manufacturing a liquid crystal optical element comprising the steps of:

placing a liquid crystal material comprising a liquid crystal material main body, a polymer-forming material, a first polymerization initiator that has a poor compatibility with the liquid crystal material main body, and a second polymerization initiator that has a good compatibility with the liquid crystal material main body into an arbitrarily chosen sealed space; and

irradiating said liquid crystal material with a first light that is within the light absorbing wavelength region of the first polymerization initiator, followed by irradiation with a second light that is within the light absorbing wavelength region of the second polymerization initiator.

10. The method for manufacturing a liquid crystal optical element according to claim 9, wherein:

a polymerization initiator that has, in its light absorbing wavelength region, a wavelength region that does not overlap with the light absorbing wavelength region of the liquid crystal material main body is used as the first polymerization initiator; and

a light having a wavelength region that is within the light absorbing wavelength region of the first polymerization initiator, and does not overlap with the light absorbing wavelength region of the liquid crystal material main body is used as the first light for the irradiation.

11. The method for manufacturing a liquid crystal optical element according to claim 9 or 10, wherein:

a polymerization initiator that has, in its light absorbing wavelength region, a wavelength region that does not overlap with the light absorbing wavelength region of the second polymerization initiator is used as the first polymerization initiator; and

a light having a wavelength region that is within the light absorbing wavelength region of the first polymerization initiator, and does not overlap with the light absorbing wavelength region of the second polymerization initiator is used as the first light for the irradiation.

12. The method for manufacturing a liquid crystal optical element according to one of claims 9 to 11, wherein a polymerization initiator having a light absorbing wavelength region that does not overlap with the light absorbing wavelength region of the liquid crystal material main body is used as the second polymerization initiator, and a light having a wavelength region that is within the light absorbing wavelength region of the second polymerization initiator, and does not overlap with the light absorbing wavelength region of the liquid crystal material main body is used as the second light for the irradiation.

13. The method for manufacturing a liquid crystal optical element according to one of claims 9 to 12, wherein:

a polymerization initiator having, in its light absorbing wavelength range, a light absorbing wavelength region that does not overlap with the light absorbing wavelength region of the first polymerization initiator is used as the second polymerization initiator; and

a light having a wavelength region that is within the light absorbing wavelength region of the second polymerization initiator, and does not overlap with the light absorbing wavelength region of the first polymerization initiator is used as the second light for the irradiation.

14. The method for manufacturing a liquid crystal optical element according to one of claims 9 to 13, wherein the liquid crystal material further comprising a light absorbing agent that is compatible with said liquid crystal material main body is used as the liquid crystal material.

15. The method for manufacturing a liquid crystal optical element according to claim 14, wherein:

a light absorbing agent having, in its light absorbing wavelength range, a wavelength region that overlaps with the light absorbing wavelength region of the first polymerization initiator is used as the light absorbing agent; and

a light having a wavelength region that is within the light absorbing wavelength region of the light absorbing agent, and overlaps with the light absorbing wavelength region of the first polymerization initiator is used as the first light for the irradiation.

16. The method for manufacturing a liquid crystal optical element according to claim 14 or 15, wherein:

a light absorbing agent having, in its light absorbing wavelength range, a wavelength region that does not overlap with the light absorbing wavelength region of the second polymerization initiator is used as the light absorbing agent; and

a light having a wavelength region that is within the light absorbing wavelength region of the second polymerization initiator, and does not overlap with the light absorbing wavelength region of the light absorbing agent is used as the second light for the irradiation.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-147783

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

C 0 9 K 19/54

C 0 9 K 19/54

Z

G 0 2 F 1/13  
1/1333

5 0 0

G 0 2 F 1/13  
1/1333

5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平8-309339

(22) 出願日 平成8年(1996)11月20日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 山本 雅夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 西村 紀子

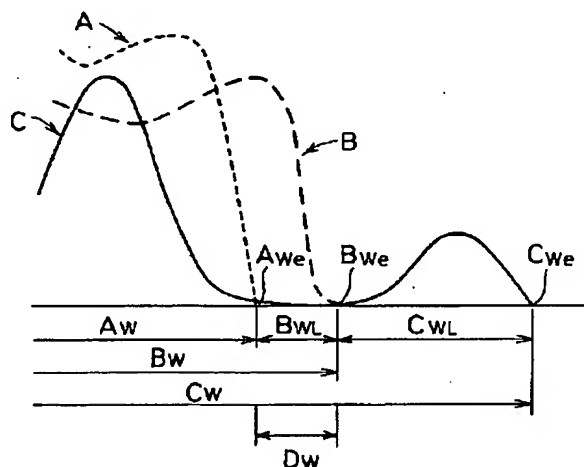
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 岡田 和秀

(54) 【発明の名称】 液晶材料および液晶光学素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 液晶光学素子の電荷保持特性及び高温での散乱特性を改善する。

【解決手段】 液晶材料本体201に、高分子形成材料21と、液晶材料本体201に対して相溶性の悪い第1の重合開始剤22と、液晶材料本体201に対して相溶性の良い第2の重合開始剤23とを混合してなる液晶材料24を任意の封入空間に配置する。そして、液晶材料24に対して第1の重合開始剤22の光吸収波長領域内B<sub>w</sub>の第1の光線を照射すると、高分子形成材料21が重合し、高分子形成材料21中の低分子量材料は液晶材料本体201中に浸透する。続いて、液晶材料24に対して第2の重合開始剤23の光吸収波長領域C<sub>w</sub>内の第2の光線を照射すると、液晶材料本体201中に浸透した低分子量成分の重合が進行し、液晶材料本体201中の残存物の量が減少する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液晶材料本体と、高分子形成材料と、液晶材料本体に対して相溶性の悪い第 1 の重合開始剤と、液晶材料本体に対して相溶性の良い第 2 の重合開始剤とを含有することを特徴とする液晶材料。

【請求項 2】 請求項 1 記載の液晶材料であって、第 1 の重合開始剤は、その光吸収波長領域の中に、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものであることを特徴とする液晶材料。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の液晶材料であって、第 1 の重合開始剤は、その光吸収波長領域の中に、第 2 の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものであることを特徴とする液晶材料。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれか記載の液晶材料であって、第 2 の重合開始剤は、その光吸収波長領域の中に、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものであることを特徴とする液晶材料。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 のいずれか記載の液晶材料であって、第 2 の重合開始剤は、その光吸収波長領域の中に、第 1 の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものであることを特徴とする液晶材料。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれか記載の液晶材料であって、液晶材料本体に対して相溶性の良い光線吸収剤をさらに含んでいることを特徴とする液晶材料。

【請求項 7】 請求項 6 記載の液晶材料であって、光線吸収剤は、その光吸収波長領域の中に、第 1 の重合開始剤の光吸収波長領域と重複する波長域を有するものであることを特徴とする液晶材料。

【請求項 8】 請求項 6 または 7 記載の液晶材料であって、第 2 の重合開始剤は、その光吸収波長領域の中に、光線吸収剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものであることを特徴とする液晶材料。

【請求項 9】 液晶材料本体と、高分子形成材料と、液晶材料本体に対して相溶性の悪い第 1 の重合開始剤と、液晶材料本体に対して相溶性の良い第 2 の重合開始剤とを含有してなる液晶材料を、任意の封入空間に配置する工程と、

前記液晶材料に、第 1 の重合開始剤の光吸収波長領域内にある第 1 の光線を照射したのち、第 2 の重合開始剤の光吸収波長領域内にある第 2 の光線を照射する工程と、を含むことを特徴とする液晶光学素子の製造方法。

【請求項 10】 請求項 9 記載の液晶光学素子の製造方法であって、第 1 の重合開始剤として、その光吸収波長領域の中に、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものを用い、

第 1 の光線として、第 1 の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を照射することを特徴とする液晶

光学素子の製造方法。

【請求項 11】 請求項 9 または 10 記載の液晶光学素子の製造方法であって、第 1 の重合開始剤として、その光吸収波長領域の中に、第 2 の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものを用い、第 1 の光線として、第 1 の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、第 2 の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を照射することを特徴とする液晶光学素子の製造方法。

【請求項 12】 請求項 9 ないし 11 のいずれか記載の液晶光学素子の製造方法であって、第 2 の重合開始剤として、その光吸収波長領域の中に、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものを用い、第 2 の光線として、第 2 の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を照射することを特徴とする液晶光学素子の製造方法。

【請求項 13】 請求項 9 ないし 12 のいずれか記載の液晶光学素子の製造方法であって、第 2 の重合開始剤として、その光吸収波長領域の中に、第 1 の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものを用い、

第 2 の光線として、第 2 の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、第 1 の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を照射することを特徴とする液晶光学素子の製造方法。

【請求項 14】 請求項 9 ないし 13 のいずれか記載の液晶光学素子の製造方法であって、液晶材料として、液晶材料本体に対して相溶性を有する光線吸収剤をさらに含有するものを用いることを特徴する液晶光学素子の製造方法。

【請求項 15】 請求項 14 記載の液晶光学素子の製造方法であって、光線吸収剤として、その光吸収波長領域の中に、第 1 の重合開始剤の光吸収波長領域と重複する波長域を有するものを用い、

第 1 の光線として、光線吸収剤の光吸収波長領域内であり、かつ、第 1 の重合開始剤の光吸収波長領域と重複する波長域の光線を照射することを特徴とする液晶光学素子の製造方法。

【請求項 16】 請求項 14 または 15 記載の液晶光学素子の製造方法であって、光線吸収剤として、その光吸収波長領域の中に、第 2 の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものを用い、第 2 の光線として、第 2 の重合開始剤の光吸収波長領域であり、かつ、光線吸収剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を照射することを特徴とする液晶光学素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高分子分散型液晶

10

20

30

40

50

等の材料となる液晶材料およびそれを用いた液晶光学素子の製造方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】近年、特開昭60-252687号公報に示されるような、液晶の屈折率を変化させて散乱状態と透過状態とを切り換える液晶光学素子が多くの研究、開発者の注目を集めている。

【0003】この液晶光学素子は、液晶分子と同等の屈折率を有する高分子にネマチック液晶を分散保持させた高分子分散型液晶を用いており、この高分子分散型液晶を電極を有する上下一対の基板間に挟み込み、電界の有無により、液晶の屈折率を変化させて散乱状態と透過状態とを切り換えている。

【0004】この高分子分散型液晶を用いた液晶光学素子は、光の散乱を利用するため、偏光板を使用する必要がなく、直線偏光を得るために偏光板を使用しなければならない液晶光学素子（例えば、ツイステッドネマチック型（以下、TN型という）液晶光学素子）に比べて、明るく、視野角の広い表示が可能になるという利点がある。さらに、TN型等の液晶光学素子は、配向処理や上下基板間隔を正確に制御する必要があり、大面積の表示に関しては、表示むらが出易いという不都合があるが、高分子分散型液晶を用いた液晶光学素子は、配向処理が不要で基板間隔の制御も厳密でなく、大面積の液晶光学素子も容易に作製できるという利点がある。

【0005】上記した液晶光学素子に用いられる高分子分散型液晶の作製法としては、

- ・液晶材料本体と高分子とを共通溶媒に溶かした後に流延するキャスト法、
- ・水溶性高分子の水溶液に液晶材料本体をエマルジョン化した後、流延する乳化法、
- ・液晶材料本体と高分子形成材料との均一溶液をつくり、重合により相分離したのち、相分離構造を形成する相分離法、などがあるが、溶媒を必要としない相分離法がディスプレイの製造に適した工法として一般に広く行われている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】高分子分散型液晶を用いた液晶光学素子は、上記したような利点、すなわち、偏光板を用いないために、TN型等の液晶光学素子に比べて、明るい広視野角の表示を実現することができるが、その反面、電荷保持特性の面で性能が劣り、特に、最も一般的に行われる製法である相分離法により高分子分散型液晶を製造した場合、電荷保持特性が著しく低下することがしばしば起こる。

【0007】相分離法によって製造された高分子分散型液晶において電荷保持特性が低下する主な原因は、高分子形成材料と液晶との均一溶液を作製する段階で、液晶材料本体中に高分子形成材料の一部（主として高分子形成材料中の低分子量のモノマー材料）が溶け出すことで

ある。さらには、低分子量材料が液晶材料本体中に溶出することは、液晶材料本体の相転移温度（等方相からネマチック相への転移温度）を低下させ、高温での散乱特性を悪化させる要因ともなるので、この点でも都合の悪いものであった。

【0008】液晶材料本体中における不要な溶出物を減らす一つの手法として、重合時の光強度を強くする方法が考えられるが、液晶材料本体自体が強力な光で劣化し、電荷保持特性のみならず、駆動電圧等の他の特性にも悪影響を及ぼす場合がしばしば発生するので、問題の解決にはならない。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本願発明者は、高分子分散型液晶の形成に用いる重合開始剤と液晶材料本体の溶解性（相溶性）に注目し、多くの実験を行った結果、高分子分散型液晶を利用した液晶光学素子の電荷保持特性及び高温での散乱特性には重合開始剤と液晶材料本体との溶解性（相溶性）が関係していることを見出した。更に、重合時の光による液晶材料本体の劣化は、液晶材料本体と相溶性の良い紫外線吸収剤を選択的に利用することで最小限に効率よく抑えることができることを見出した。

【0010】そこで、本発明は、液晶材料本体と、高分子形成材料と、液晶材料本体に対して相溶性の低い第1の重合開始剤と、液晶材料本体に対して相溶性の高い第2の重合開始剤とを備えて液晶材料を構成している。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、液晶材料本体と、高分子形成材料と、液晶材料本体に対して相溶性の悪い第1の重合開始剤と、液晶材料本体に対して相溶性の良い第2の重合開始剤とを含有していることに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、液晶材料の状態では、第2の重合開始剤は液晶材料本体中に、また第1の重合開始剤は液晶材料本体の外に追いやられて、高分子形成材料中に溶け出す。この状態で、液晶材料に対して第1の重合開始剤の光吸収波長領域にある光線（以下、第1の光線という）を照射すると、高分子形成材料が重合する。このとき、高分子形成材料に含まれるモノマー材料等の低分子量材料は液晶材料本体中に浸透する。引き続いて、液晶材料に対して第2の重合開始剤の光吸収波長領域にある光線（以下、第2の光線という）を照射すると、液晶材料本体中に浸透したモノマー材料等の低分子量成分の重合が進行する。これにより、液晶材料本体中の残存物（低分子量成分）の量は減少する。

【0012】本発明の請求項2に記載の発明は、請求項1に係る液晶材料において、第1の重合開始剤は、その光吸収波長領域の中に、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものであることに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すな

わち、第1の重合開始剤の光吸収波長領域内の、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を、前記第1の光線として選択すれば、第1の光線により液晶材料本体に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。

【0013】本発明の請求項3に記載の発明は、請求項1または2に係る液晶材料において、第1の重合開始剤は、その光吸収波長領域の中に、第2の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものであることに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、第1の重合開始剤の光吸収波長領域内の、第2の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を、前記第1の光線として選択すれば、第1の光線により第2の重合開始剤に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。

【0014】本発明の請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれかに係る液晶材料において、第2の重合開始剤は、その光吸収波長領域の中に、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものであることに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、第2の重合開始剤の光吸収波長領域内の、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を、前記第2の光線として選択すれば、第2の光線により液晶材料本体に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。

【0015】本発明の請求項5に記載の発明は、請求項1ないし4のいずれかに係る液晶材料において、第2の重合開始剤は、その光吸収波長領域の中に、第1の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものであることに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、第2の重合開始剤の光吸収波長領域内の、第1の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を、前記第2の光線として選択すれば、第2の光線により第1の重合開始剤に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。

【0016】本発明の請求項6に記載の発明は、請求項1ないし5のいずれかに係る液晶材料において、液晶材料本体に対して相溶性を有する光線吸収剤をさらに含んでいることに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、光線吸収剤は液晶材料本体中に溶解したうえで、前記した第1の光線が液晶材料本体および第2の重合開始剤に吸収されることを、また、前記した第2の光線が液晶材料本体に吸収されることを抑制する。

【0017】本発明の請求項7に記載の発明は、請求項6に係る液晶材料において、光線吸収剤は、その光吸収波長領域の中に、第1の重合開始剤の光吸収波長領域と重複する波長域を有するものであることに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、第1の光線として、光線吸収剤の光吸収波長領域内の、

第1の重合開始剤の光吸収波長領域と重複する波長域の光線を選択すれば、第1の光線が液晶材料本体に吸収されることを効率よく抑制する。

【0018】本発明の請求項8に記載の発明は、請求項6または7に係る液晶材料において、第2の重合開始剤は、その光吸収波長領域の中に、光線吸収剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものであることに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、第2の光線として、第2の重合開始剤の光吸収波長領域の中の、光線吸収剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を選択すれば、第2の光線が光線吸収剤に不要に吸収されることはなくなる。

【0019】本発明の請求項9に記載の発明は、液晶材料本体に、高分子形成材料と、液晶材料本体に対して相溶性の悪い第1の重合開始剤と、液晶材料本体に対して相溶性の良い第2の重合開始剤とを含有してなる液晶材料を任意の封入空間に配置する工程と、前記液晶材料に、第1の重合開始剤の光吸収波長領域内にある第1の光線を照射したのち、第2の重合開始剤の光吸収波長領域内にある第2の光線を照射する工程とを含んで、液晶光学素子の製造方法を構成しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、液晶材料に対して第1の光線を照射すると、高分子形成材料が重合し、高分子形成材料中に含まれるモノマー材料等の低分子量材料は液晶材料本体中に浸透する。引き続いて、液晶材料に対して第2の光線を照射すると、液晶材料本体中に浸透したモノマー材料等の低分子量成分の重合が進行する。これにより、液晶材料本体中の残存物（低分子量成分）の量は減少する。

【0020】本発明の請求項10に記載の発明は、請求項9に係る液晶光学素子の製造方法において、第1の重合開始剤として、その光吸収波長領域の中に、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものを用い、第1の光線として、第1の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を照射することに特徴を有しており、これにより、次のような作用を有する。すなわち、第1の光線により液晶材料本体に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。

【0021】本発明の請求項11に記載の発明は、請求項9または10に係る液晶光学素子の製造方法において、第1の重合開始剤として、その光吸収波長領域の中に、第2の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものを用い、第1の光線として、第1の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、第2の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を照射することに特徴を有しており、これにより、次のような作用を有する。すなわち、第1の光線により第2の重合開始剤に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。



【0022】本発明の請求項12に記載の発明は、請求項9ないし11のいずれかに係る液晶光学素子の製造方法において、第2の重合開始剤として、その光吸収波長領域の中に、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものを用い、第2の光線として、第2の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を照射することに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、第2の光線により液晶材料本体に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。

【0023】本発明の請求項13に記載の発明は、請求項9ないし12のいずれかに係る液晶光学素子の製造方法において、第2の重合開始剤として、その光吸収波長領域の中に、第1の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものを用い、第2の光線として、第2の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、第1の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を照射することに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、第2の光線により第1の重合開始剤に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。

【0024】本発明の請求項14に記載の発明は、請求項1ないし13のいずれかに係る液晶光学素子の製造方法において、液晶材料として、液晶材料本体に対して相溶性を有する光線吸収剤をさらに含有するものを用いることを特徴しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、光線吸収剤は液晶材料本体中に溶け出したうえで、第1の光線が液晶材料本体および第2の重合開始剤に吸収されることを、また、第2の光線が液晶材料本体に吸収されることを抑制する。

【0025】本発明の請求項15に記載の発明は、請求項14に係る液晶光学素子の製造方法において、光線吸収剤として、その光吸収波長領域の中に、第1の重合開始剤の光吸収波長領域と重複する波長域を有するものを用い、第1の光線として、光線吸収剤の光吸収波長領域内であり、かつ、第1の重合開始剤の光吸収波長領域と重複する波長域の光線を用いることに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、第1の光線が第2の重合開始剤や液晶材料本体に吸収されることを光線吸収剤が効率よく抑制する。

【0026】本発明の請求項16に記載の発明は、請求項14または15に係る液晶光学素子の製造方法において、第2の重合開始剤として、その光吸収波長領域の中に、光線吸収剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域を有するものを用い、第2の光線として、第2の重合開始剤の光吸収波長領域であり、かつ、光線吸収剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を照射することに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、第2の光線が、不要に光線吸収剤に吸収

されることがなくなる。

【0027】なお、第1、第2の重合開始剤としては、液晶材料本体に対する相溶性の良し悪しにより選定すればよく、チバガイキ（株）製のDarocure1173、Darocure4265やIrgacure184、Irgacure651など一般に市販されているものから構成できる。

【0028】また、光線吸収剤としても、液晶材料本体に対する相溶性、および光吸収波長領域により、選定すればよく、サリチル酸誘導体、ベンゾフェノン誘導体等の一般に市販されているものから構成できる。

【0029】さらには、高分子形成材料としては、マトリクス形成材料である、オリゴマー、モノマーも、重合開始剤の存在下で光または熱により重合するものであれば特に限定されず、モノマー材料としては、2-エチルヘキシルアクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレート、ネオペンチルグリコールアクリレート、ヘキサジオールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレートなど一般に市販されているアクリル系モノマー、さらには広く、アクリル系以外の市販品も用いることができる。また、高分子形成材料中に含まれるオリゴマー材料としては、ポリウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート、エポキシアクリレートなどを用いることができる。

【0030】以下、本発明の実施の形態を図を参照して説明する。

【0031】図1は本発明の液晶材料を用いて作製した液晶光学素子の断面図である。

【0032】この液晶光学素子は、インジウム・錫酸化物よりなる透明電極層3と絶縁膜4とが順次積層形成された一対のガラス基板1、2を備えている。これらガラス基板1、2は互いの透明電極層3を所定の間隔を空けて対向配置されており、対向透明電極層3、3間には、高分子分散型液晶5が配置されている。高分子分散型液晶5は高分子マトリクス6中に液晶7を分散保持して構成されている。高分子分散型液晶5は、基板1、2の周縁に配置されたスペーサ兼シール樹脂8により透明電極層3、3の間に封止されている。

#### 【0033】第1の実施の形態

次に、上述した液晶光学素子の製造方法の第1の実施の形態を図2を参照して説明する。

【0034】インジウム・錫酸化物よりなる透明電極層3と絶縁膜4とを形成した一対のガラス基板1、2を用意し、一方のガラス基板（図では、下側のガラス基板）2の周縁全周を覆って、直径13 $\mu$ mのガラス繊維を分散した酸無水物硬化型エポキシ樹脂からなるスペーサ兼シール樹脂8を所定の形状（例えば断面方形の角枠形状）で印刷形成する。このとき、スペーサ兼シール樹脂8には、開口部9を形成しておく。

【0035】スぺーサ兼シール樹脂8を形成したガラス基板2に他方のガラス基板1を対向させ、この状態でガラス基板1, 2をその厚み方向に加圧して140℃で4時間加熱することでスぺーサ兼シール樹脂8を硬化させるとともに、ガラス基板1, 2を接着する。これにより、空セル10が完成する。

【0036】次に、液晶材料本体20<sub>1</sub>と、高分子形成材料21<sub>1</sub>と、液晶材料本体20<sub>1</sub>に対して相溶性の悪い第1の重合開始剤22<sub>1</sub>と、液晶材料本体20<sub>1</sub>に対して相溶性の良い第2の重合開始剤23<sub>1</sub>とを混合してなる液晶材料24<sub>1</sub>を用意する。

【0037】液晶材料本体20<sub>1</sub>は、トラン系液晶材料を8.200g用いる。高分子形成材料21<sub>1</sub>は、ラウリルアクリレート（例えば、共栄社油脂化学工業（株）製）からなる高分子形成モノマー0.954gと、M6100（商品名：東亜合成化学工業（株）製）からなるオリゴマー0.808gとの混合したものを用いる。第1の重合開始剤22<sub>1</sub>は、2, 2-ジメトキシ-2フェニルアセトフェノン（Irgacure651（商品名）：チバガイキ（株））を0.019g用いる。第2の重合開始剤23<sub>1</sub>は、2, 4, 6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド（TMOPPO）を0.019g用いる。

【0038】第1, 第2の重量開始剤22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>の性質を規定する際に用いた判断基準、すなわち、液晶材料本体20<sub>1</sub>に対する相溶性の良し悪しの判断基準を説明する。相溶性の良し悪しはその物質の溶解パラメータを互いに比較することで判定できる。高分子化合物の溶解パラメータは、溶媒に溶解させた高分子化合物に対して、非溶剤を加えていき、濁り始める点を観測することで測定することができるが、水素結合の比較的小さい高分子化合物であれば、例えば、次の①式により算出することができる。

$$【0039】SP = \rho \Sigma G / M \cdots ①$$

SP：溶解パラメータ

$\rho$ ：高分子化合物の密度

G：凝集エネルギー定数

M：高分子化合物を構成する基本分子の分子量

相溶性の良し悪しは、このようにして求めた溶解パラメータを用いて次のように規定できる。すなわち、第1の物質の溶解パラメータをSP<sub>1</sub>とし、第2の物質の溶解パラメータをSP<sub>2</sub>とすると、次の②式が満たされる場合には、第2の物質は、第1の物質に対して相溶性が良いといえる。

$$【0040】SP_2 - 1 \leq SP_1 \leq SP_2 + 1 \cdots ②$$

同様に、次の③式が満たされる場合には、第2の物質は、第1の物質に対して相溶性が悪いといえる。

$$【0041】$$

$$SP_2 < SP_1 - 1, \text{ または } SP_2 > SP_1 + 1 \cdots ③$$

2, 2-ジメトキシ-2フェニルアセトフェノン（Irgacure651（商品名）：チバガイキ（株）製）からなる

第1の重合開始剤22<sub>1</sub>の溶解パラメータは上記①式により約8.0と算出され、2, 4, 6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド（TMOPPO）からなる第2の重合開始剤23<sub>1</sub>の溶解パラメータは同様に約9.7と算出される。

【0042】本実施の形態では、液晶材料本体として、溶解パラメータ約9.8のトラン系液晶材料からなる液晶材料本体20<sub>1</sub>を選定しており、これに基づいて上述した第1, 第2の重量開始剤22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>が選定されている。したがって、液晶材料本体20<sub>1</sub>を第1の物質とし、第1, 第2の重合開始剤22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>を第2の物質とすると、第1の重合開始剤22<sub>1</sub>は、液晶材料本体20<sub>1</sub>に対して上記③式を満たすことが確認できる。つまり、第1の重合開始剤22<sub>1</sub>は、液晶材料本体20<sub>1</sub>に対して相溶性が悪いと規定できる。第2の重合開始剤23<sub>1</sub>は、液晶材料本体20<sub>1</sub>に対して上記②式を満たすことが確認できる。つまり、第2の重合開始剤23<sub>1</sub>は、液晶材料本体20<sub>1</sub>に対して相溶性が良いと規定できる。

【0043】また、上述した液晶材料本体20<sub>1</sub>, 第1の重合開始剤22<sub>1</sub>, および第2の重合開始剤23<sub>1</sub>の光吸収波長領域について、図3を参照して説明する。図3は、横軸を波長（右に行くほど長波長）に、縦軸を吸光強度にしている。また、図中、符号Aは、液晶材料本体20<sub>1</sub>の光吸収スペクトルであり、符号A<sub>W</sub>は、液晶材料本体20<sub>1</sub>の光吸収波長領域である。符号Bは、液晶材料本体20<sub>1</sub>に対して相溶性が悪い第1の重合開始剤22<sub>1</sub>の光吸収スペクトルであり、符号B<sub>W</sub>は、第1重合開始剤22<sub>1</sub>の光吸収波長領域である。符号Cは、液晶材料本体20<sub>1</sub>に対して相溶性の良い第2の重合開始剤23<sub>1</sub>の光吸収スペクトルであり、符号C<sub>W</sub>は、第2の重合開始剤23<sub>1</sub>の光吸収波長領域である。

【0044】この図から明らかなように、液晶材料本体20<sub>1</sub>の光吸収波長領域A<sub>W</sub>が最も短波長側にある。第1の重合開始剤22<sub>1</sub>の光吸収波長領域B<sub>W</sub>は光吸収波長領域A<sub>W</sub>と交差しているものの、光吸収波長領域A<sub>W</sub>より長波長側に延出した波長域B<sub>WL</sub>を有している。第2の重合開始剤23<sub>1</sub>の光吸収波長領域C<sub>W</sub>は光吸収波長領域A<sub>W</sub>, B<sub>W</sub>と交差しているものの、これら光吸収波長領域A<sub>W</sub>, B<sub>W</sub>よりさらに長波長側に延出した波長域C<sub>WL</sub>を有している。

【0045】第2の重合開始剤22<sub>1</sub>の光吸収波長領域C<sub>W</sub>は、その波長領域中央に、第2の重合開始剤23<sub>1</sub>によってほとんど吸収不可能な波長域D<sub>W</sub>が存在している。波長域D<sub>W</sub>は、光吸収波長領域B<sub>W</sub>の波長域B<sub>WL</sub>とほぼ同じ波長域となっている。

【0046】なお、各光吸収波長領域A<sub>W</sub>, B<sub>W</sub>, C<sub>W</sub>は、ギャップ13μmの石英セルに、上記した液晶材料本体20<sub>1</sub>, 第1の重合開始剤22<sub>1</sub>, および第2の重合開始剤23<sub>1</sub>をそれぞれ充填した状態で測定した結果

であって、光吸収波長領域 $A_w$ の長波長側端部 $A_{we}$ は330nmであり、光吸収波長領域 $B_w$ の長波長側端部 $B_{we}$ は360nmであり、光吸収波長領域 $C_w$ の長波長側端部 $C_{we}$ は410nmである。

【0047】したがって、各長波長側端部 $A_{we}$ 、 $B_{we}$ 、 $C_{we}$ には、 $A_{we} < B_{we} < C_{we}$ の関係があり、波長域 $B_{wl}$ は330～360nmの範囲であり、波長域 $C_{wl}$ は360～410nmの範囲となっている。

【0048】各光吸収波長領域 $A_w$ 、 $B_w$ 、 $C_w$ がこのように設定されているので、液晶材料241に対して波長域 $B_{wl}$ の光線を照射すると、その光線は第2の重合開始剤231や液晶材料本体201にほとんど吸収されずに、第1の重合開始剤221だけに選択的に吸収される。また、液晶材料241に対して波長域 $C_{wl}$ の光線を照射すると、その光線は第1の重合開始剤221や液晶材料本体201にはほとんど吸収されずに、第2の重合開始剤231だけに選択的に吸収される。

【0049】以上のような特性を備えた液晶材料本体201、第1の重合開始剤221、および第2の重合開始剤231を混合してなる液晶材料241を20℃で十分攪拌する。すると、液晶材料本体201に対して相溶性が良い第2の重合開始剤231は液晶材料本体201中に溶け出す一方、液晶材料本体201に対して相溶性が悪い第1の重合開始剤221は、液晶材料本体201の外、すなわち、高分子形成材料21中に溶け出す。

【0050】さらに、十分攪拌した液晶材料241を、20℃の温度を維持した状態で、開口部9から空セル10に注入する。液晶材料241を注入した後は開口部9を封止する。

【0051】そして、空セル10内の液晶材料241に対して、20℃の温度を維持した状態で、波長域 $B_{wl}$ にある350nmの紫外線光である第1の光線を約25mW/cm<sup>2</sup>でもって100秒照射し、液晶材料241の重合を行う。すると、まず、第1の重合開始剤221が偏在している高分子形成材料21が、第1の重合開始剤221の作用により重合する。このとき、波長域 $B_{wl}$ は光吸収波長領域 $A_w$ 、 $C_w$ とは重複しない波長域であるので、この波長域 $B_{wl}$ 内にある第1の光線は液晶材料本体201や第2の重合開始剤231に吸収されることはない。

【0052】第1の光線の照射により、高分子形成材料21中のモノマー材料等の低分子量材料は高分子形成材料21から追い出されて液晶材料本体201内に浸透する。

【0053】したがって、液晶材料本体201には、第2の重合開始剤231と低分子量材料とが偏在することになる。

【0054】引き続いて、空セル10内の液晶材料に対して、波長域 $C_{wl}$ にある400nmの紫外線光である第2の光線を約3mW/cm<sup>2</sup>でもって30秒照射して光

アニールを施す。すると、液晶材料本体201中に残存している低分子量材料の重合が進行して、液晶材料本体201中の残存物である低分子量材料がほとんどなくなる。このとき、波長域 $C_{wl}$ は光吸収波長領域 $A_w$ 、 $B_w$ とは重複しない波長域であるので、この波長域 $C_{wl}$ 内にある第2の光線は液晶材料本体201や第1の重合開始剤221に吸収されることはない。このようにして、高分子分散型液晶からなる液晶光学素子が完成する。

【0055】以上のようにして、液晶光学素子を製造すると、液晶材料本体201から低分子材料等の残存物がほとんどなくなり、これによって電化保持特性が向上する。

【0056】また相転移温度（等方相からネマチック相への相転移温度）も向上し、さらには、高温での散乱特性の悪化も軽減される。

#### 【0057】第2の実施の形態

この実施の形態の製造方法は、第2の重合開始剤が異なるものの、その他の構成物質については、第1の実施の形態の液晶材料241と同じ液晶材料242を用い、さらには製造手順も第1の実施の形態と同一であるので、それらに付いては、説明を省略する。

【0058】この実施の形態の液晶材料242では、液晶材料本体201に対して相溶性が良く、かつ光吸収特性が第1の実施の形態と同様である第2の重合開始剤として、溶解パラメータ約8.7の重合開始剤である2-ヒドロキシ-2-メチル-1フェニルプロパン1-オンと溶解パラメータ約10.2の重合開始剤であるジフェニルホスフィンオキシド誘導体との等量混合物であるチバガイキ（株）製のDarocure4265（商品名）からなる第2の重合開始剤232を0.019g用いた。

#### 【0059】第3の実施の形態

この実施の形態の製造方法は、第2の重合開始剤が異なるものの、その他の構成物質については、第1の実施の形態の液晶材料241と同じ液晶材料243を用い、さらには製造方法も第1の実施の形態と同一であるので、それらに付いては、説明を省略する。

【0060】この実施の形態の液晶材料243では、液晶材料本体201に対して相溶性が良く、かつ、光吸収特性が第1の実施の形態と同様である第2の重合開始剤として、溶解パラメータ約8.7の重合開始剤である2-ヒドロキシ-2-メチル-1フェニルプロパン1-オンと溶解パラメータ約9.7の重合開始剤であるジフェニルホスフィンオキシド誘導体との等量混合物であるチバガイキ（株）製のDarocure1700（商品名）からなる第2の重合開始剤233を0.038g用いた。

#### 【0061】第4の実施の形態

本実施の形態では、次のように構成した液晶材料244を用いる。

【0062】すなわち、

・第1の実施の形態とは異なり、溶解パラメータ約9.

2を有するトラン系液晶材料からなる液晶材料本体202を8.200g(第1の実施の形態の液晶材料本体201の溶解パラメータは約9.8)、

・第1の実施の形態と同じ高分子形成材料21を1.762g、

・第1の実施の形態と同じ第1の重合開始剤221を0.019g、

・第1の実施の形態とは異なり、溶解パラメータ約8.7の重合開始剤である2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン1-オンと溶解パラメータ約10.2の重合開始剤ジフェニルホスフィンオキシド誘導体との等量混合物であるチバガイキ(株)製のDarocure4265

(商品名)からなり、液晶材料本体に対して相溶性の良く、しかも光学的特性が同様である第2の重合開始剤234を0.019g、

・溶解パラメータ約8.7を有して、上記した液晶材料本体202に対して相溶性が良く、かつ、最大吸光波長領域E<sub>W</sub>が330~370nmである2,2'-ジヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノンからなる紫外線吸収剤251を0.05g、

以上のものを混合して液晶材料244を構成した。

【0063】次に、液晶材料244を構成する上記各物質の光吸収波長領域について、図4を参照して説明する。図4は、横軸を波長(右に行くほど長波長)に、縦軸を吸光強度を示している。図中、符号A'は、液晶材料本体202の光吸収スペクトルであり、符号A<sub>W</sub>'は液晶材料本体202の光吸収波長領域である。符号B'は、液晶材料本体202に対して相溶性が悪い第1の重合開始剤221の光吸収スペクトルであり、符号B<sub>W</sub>'は第1重合開始剤221の光吸収波長領域である。符号C'は液晶材料本体202に対して相溶性が良い第2の重合開始剤234の光吸収スペクトルであり、符号C<sub>W</sub>'は第2の重合開始剤234の光吸収波長領域である。符号Eは紫外線吸収剤251の光吸収スペクトルであり、E<sub>W</sub>は紫外線吸収剤251の光吸収波長領域である。

【0064】この図から明らかなように、液晶材料本体202の光吸収波長領域A<sub>W</sub>'が最も短波長側にある。第1の重合開始剤221の光吸収波長領域B<sub>W</sub>'は光吸収波長領域A<sub>W</sub>'と交差しているものの、光吸収波長領域A<sub>W</sub>'より長波長側に延出した波長域B<sub>WL</sub>'を有している。第2の重合開始剤234の光吸収波長領域C<sub>W</sub>'は光吸収波長領域A<sub>W</sub>'、B<sub>W</sub>'と交差しているものの、これら光吸収波長領域A<sub>W</sub>'、B<sub>W</sub>'よりさらに長波長側に延出した波長域C<sub>WL</sub>'を有している。

【0065】第2の重合開始剤224の光吸収波長領域C<sub>W</sub>'は、その波長領域中央に、第2の重合開始剤234によってほとんど吸収不可能な波長域D<sub>W</sub>'が存在している。波長域D<sub>W</sub>'は、光吸収波長領域B<sub>W</sub>'の波長域B<sub>WL</sub>'とほぼ同じ波長域となっている。

【0066】紫外線吸収剤251の光吸収波長領域E<sub>W</sub>は

波長域B<sub>WL</sub>'を覆って存在している。さらには、光吸収波長領域E<sub>W</sub>のうち、最も光を吸収する波長域である最大吸光波長域E<sub>WT</sub>も波長域B<sub>WL</sub>'を覆っている。また、波長領域E<sub>W</sub>と波長域C<sub>WL</sub>'とは交差しているものの、波長域C<sub>WL</sub>'の方が、長波長側に延出しており、波長域C<sub>WL</sub>'は、波長領域E<sub>W</sub>に含まれない波長域Wを有している。

【0067】なお、各光吸収波長領域A<sub>W</sub>'、B<sub>W</sub>'、C<sub>W</sub>'、E<sub>W</sub>および最大吸光波長域E<sub>WT</sub>は、ギャップ13μmの石英セルに、上記した液晶材料本体201、第1の重合開始剤221、第2の重合開始剤234、および紫外線吸収剤251をそれぞれ充填した状態で測定した結果であって、光吸収波長領域A<sub>W</sub>'の長波長側端部A<sub>WE</sub>'は330nmであり、光吸収波長領域B<sub>W</sub>'の長波長側端部B<sub>WE</sub>'は360nmであり、光吸収波長領域E<sub>W</sub>の長波長側端部E<sub>WE</sub>は370nmであり、光吸収波長領域C<sub>W</sub>'の長波長側端部C<sub>WE</sub>'は410nmである。したがって、各長波長側端部A<sub>WE</sub>'、B<sub>WE</sub>'、C<sub>WE</sub>'、E<sub>WE</sub>には、A<sub>WE</sub>' < B<sub>WE</sub>' < E<sub>WE</sub> < C<sub>WE</sub>'の関係があり、波長域B<sub>WL</sub>'は330~360nmの範囲であり、波長域C<sub>WL</sub>'は360~410nmの範囲であり、波長域Wは370~410nmの範囲である。また、紫外線吸収剤251の最大吸光波長域E<sub>WT</sub>は330~370nmである。

【0068】各光吸収波長領域A<sub>W</sub>'、B<sub>W</sub>'、C<sub>W</sub>'、E<sub>W</sub>(E<sub>WT</sub>)がこのように設定されているので、液晶材料244に対して波長域B<sub>WL</sub>'の光線を照射すると、その光線は第2の重合開始剤234や液晶材料本体202にはほとんど吸収されずに、第1の重合開始剤221だけに選択的に吸収される。また、液晶材料244に対して波長域C<sub>WL</sub>'(特に、波長域W)の光線を照射すると、その光線は第1の重合開始剤221や液晶材料本体202にはほとんど吸収されずに、第2の重合開始剤234だけに選択的に吸収される。

【0069】以上の性質を備えた各物質から構成される液晶材料244を20℃で十分攪拌する。すると、液晶材料本体202に対してそれぞれ相溶性の良い第2の重合開始剤234および紫外線吸収剤251は液晶材料本体202中に溶け出す一方、液晶材料本体202に対して相溶性の悪い第1の重合開始剤221は、液晶材料本体202の外、つまりは高分子形成材料21中に溶け出す。

【0070】次に、液晶材料を、20℃の温度を維持した状態で、開口部9から空セル10に注入し、開口部9を封止する。そして、波長域B<sub>WL</sub>'にある350nmの紫外線光である第1の光線を約25mW/cm<sup>2</sup>でもって100秒照射し、液晶材料244の重合を行う。すると、まず、第1の重合開始剤221が偏在している高分子形成材料21が、第1の重合開始剤221の作用により重合する。このとき、波長域B<sub>WL</sub>'は光吸収波長領域A<sub>W</sub>'、C<sub>W</sub>'とは重複しない波長域であるので、この波

長域 $B_{WL}'$ 内にある第1の光線は液晶材料本体20<sub>2</sub>や第2の重合開始剤23<sub>4</sub>に吸収されることはない。

【0071】しかしながら、第2の重合開始剤23<sub>4</sub>の光学的性質によっては、波長域 $D_W'$ において、多少とも吸光特性を有している場合がある。このような場合には、第1の光線が第2の重合開始剤23<sub>4</sub>に吸収されてしまう恐れがある。このような場合であっても、液晶材料本体20<sub>2</sub>に対して相溶性が良く、しかも波長域 $D_W'$ を覆う吸光波長域 $E_W'$ を有する紫外線吸収剤25<sub>1</sub>が液晶材料24<sub>4</sub>に含有されるために、次のような利点がある。すなわち、波長域 $B_{WL}'$ の紫外線光を照射すれば、液晶材料本体20<sub>2</sub>においては、波長域 $B_{WL}'$ の光線は紫外線吸収剤25<sub>1</sub>によって吸収されて光線の影響が第2の重合開始剤23<sub>4</sub>に及ぶことはほとんどない。

【0072】また、紫外線吸収剤25<sub>1</sub>を含有させることにより、更に次のような利点もある。すなわち、波長域 $B_{WL}'$ 内の光として照射する紫外線光の帯域が、照射手段の照射精度等によって、若干波長域 $B_{WL}'$ を越えて広がってしまう場合がある。

【0073】このような場合、特に、短波長側に広がってしまった場合には、その光が液晶材料本体20<sub>2</sub>に吸収されてしまって、液晶材料本体20<sub>2</sub>に悪影響を生じさせる原因となる。しかしながら、波長域 $B_{WL}'$ を覆っている光吸収波長領域 $E_W$ （紫外線吸収剤25<sub>1</sub>）の帯域は波長域 $D_W'$ より広がっており、光吸収波長領域 $E_W$ の短波長側端部 $E_{WS}$ は、光吸収波長領域 $A_W'$ の長波長側端部 $A_{WE}'$ と交差している。そのため、波長領域 $D_W'$ 内の光として照射する紫外線光の帯域が、照射手段の照射精度等によって、若干波長域 $D_W'$ を越えて短波長側に広がってしまった場合であっても、その短波長側の光は紫外線吸収剤25<sub>1</sub>によって吸収されて、液晶材料本体20<sub>2</sub>に吸収されにくくなる。そのため、このような光を第1の光線として照射したとしても、液晶材料本体20<sub>2</sub>に悪影響を生じさせることはほとんどなくなる。

【0074】その後、引き続いて、空セル10内の液晶材料24<sub>4</sub>に対して、第2の重合開始剤23<sub>4</sub>の光吸収波長領域 $C_W$ であって、紫外線吸収剤25<sub>1</sub>の光吸収波長領域 $E_W$ とは重複しない波長域 $W$ にある400nmの紫外線光からなる第2の光線を約3mW/cm<sup>2</sup>でもって30秒照射して光アニールを施す。すると、液晶材料本体24<sub>4</sub>中に残存している低分子量材料の重合が進行して、液晶材料本体24<sub>4</sub>中の残存物である低分子量材料がほとんどなくなる。このとき、波長域 $W$ は光吸収波長領域 $A_W'$ 、 $B_W'$ とは重複しない波長域であるので、この波長域 $W$ 内にある第2の光線は液晶材料本体20<sub>2</sub>や第1の重合開始剤22<sub>1</sub>に吸収されることはない。

【0075】さらには、紫外線吸収剤25<sub>1</sub>の光吸収波長領域 $E_W$ とは重複していない波長域 $W$ にある400nmの紫外線光を用いるため、この紫外線光は紫外線吸収

剤25<sub>1</sub>により吸収されることがない。そのため、紫外線光が紫外線吸収剤25<sub>1</sub>に吸収されて、低分子材料の重合が不十分になるといったことも起きない。

【0076】以上のようにして、高分子分散型液晶からなる液晶光学素子が完成する。

#### 【0077】第5の実施の形態

この実施の形態の製造方法は、紫外線吸収剤が異なるものの、その他の構成物質については、第4の実施の形態の液晶材料24<sub>4</sub>と同じ液晶材料24<sub>5</sub>を用い、さらには製造手順も第4の実施の形態と同一であるので、それらに付いては、説明を省略する。

【0078】この実施の形態の液晶材料24<sub>5</sub>では、液晶材料本体20<sub>2</sub>に対して相溶性が良く、かつ光吸収特性も第4の実施の形態と同様である紫外線吸収剤として、溶解パラメータ約8.8、最大吸光波長域 $E_W$ 280~370nm（ギャップ13μmの石英セルに充填して測定）である2,4-ジベンゾイルレゾルシノールからなる紫外線吸収剤25<sub>2</sub>を0.038g用いた。

#### 【0079】第6の実施の形態

この実施の形態の製造方法は、第2の重合開始剤が異なるものの、その他については、第4の実施の形態の液晶材料24<sub>4</sub>と同じ液晶材料25<sub>6</sub>を用い、さらに、製造手順も第4の実施の形態と同一であるので、それらに付いては、説明を省略する。

【0080】この実施の形態の液晶材料24<sub>6</sub>では、液晶材料本体20<sub>2</sub>に対して相溶性が良く、かつ光吸収特性も第4の実施の形態と同様である第2の重合開始剤として、溶解パラメータ約8.7の重合開始剤である2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン1-オンと溶解パラメータ約9.7の重合開始剤であるジフェニルホスフィンオキシド誘導体との等量混合物であって、かつ光吸収波長領域 $C_W'$ の長波長側端部 $E_{WE}$ が約420nm（ギャップ13μmの石英セルに充填して測定）であるチバガイキ（株）製のDarocure1700（商品名）からなる第2の重合開始剤23<sub>5</sub>を0.038g用いた。

#### 【0081】第7の実施の形態

この実施の形態の製造方法は、第2の重合開始剤が異なるものの、その他については、第4の実施の形態の液晶材料24<sub>4</sub>と同じ液晶材料24<sub>7</sub>を用い、さらに、製造手順も第4の実施の形態と同一であるので、それらに付いては、説明を省略する。

【0082】この実施の形態の液晶材料24<sub>7</sub>では、液晶材料本体20<sub>2</sub>に対して相溶性が良く、かつ光吸収特性も第4の実施の形態と同様である第2の重合開始剤として、溶解パラメータ約9.7、光吸収波長領域 $C_W'$ の長波長側端部 $C_{WE}'$ が約410nm（ギャップ13μmの石英セルに充填して測定）である2,4,6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド（TMOPPO）からなる第2の重合開始剤23<sub>6</sub>を0.038g用いた。

【0083】第1～第3の実施の形態の比較例として、次の比較例1、2の液晶材料および製造方法により、高分子分散型液晶からなる液晶光学素子を作成した。

#### 【0084】比較例1

この比較例は、重合開始剤が異なるものの、その他については、第1の実施の形態の液晶材料24iと同じ液晶材料25aを用い、さらに、製造手順も第1の実施の形態と同一であるので、それに付いては説明を省略する。

【0085】この比較例は、重合開始剤を液晶材料本体に対して相溶性が悪いIrgacure651（第1の実施の形態の第1の重合開始剤22iを参照）のみとし、このような重合開始剤を0.038g含んで液晶材料25aを構成した。Irgacure651の光吸収特性については、図3、図4の符号A、A'を参照する。

#### 【0086】比較例2

この比較例は、重合開始剤が異なるものの、その他については、第1の実施の形態の液晶材料24iと同じ液晶材料25bを用い、さらに、製造手順も第1の実施の形態と同一であるので、それに付いては説明を省略する。

【0087】この比較例は、重合開始剤を、液晶材料本体に対して共に相溶性の悪い二つの重合開始剤の組み合わせととしている。すなわち、

・Irgacure651（第1の実施の形態の第1の重合開始剤22iを参照）からなり、液晶材料本体（溶解パラメータ9.8）に対して相溶性の悪い第1の重合開始剤0.019gと、

・チバガイキ（株）製のDarocure1173（商品名：溶解パラメータ約8.8を有する）からなり、液晶材料本体（溶解パラメータ9.8）に対して相溶性の悪い第2の重合開始剤0.019gと、を組み合わせる重合開始剤を構成している。

【0088】第4～第7の実施の形態の比較例として、次の比較例3～7の液晶材料および製造方法により、高分子分散型液晶からなる液晶光学素子を作成した。

#### 【0089】比較例3

この比較例は、重合開始剤が異なるものの、その他については、第4の実施の形態の液晶材料24iと同じ液晶材料25cを用い、さらに、製造手順も第4の実施の形態と同一であるので、それに付いては説明を省略する。

【0090】この比較例は、重合開始剤を液晶材料本体に対して相溶性の悪いIrgacure651（第1の実施の形態の重合開始剤22iを参照）のみとし、このような重合開始剤を0.038g含んで液晶材料25cを構成した。Irgacure651の光吸収特性については、図3、図4の符号A、A'を参照する。

#### 【0091】比較例4

この比較例は、重合開始剤が異なるものの、その他については、第4の実施の形態の液晶材料24iと同じ液晶材料25dを用い、さらに、製造手順も第4の実施の形態と同一であるので、それに付いては説明を省略する。

【0092】この比較例は、重合開始剤を、液晶材料本体に対して共に相溶性の悪い二つの重合開始剤の組み合わせととしている。すなわち、

・Irgacure651（第1の実施の形態の第1の重合開始剤22iを参照）からなり、液晶材料本体（溶解パラメータ9.8）に対して相溶性の悪い第1の重合開始剤0.019gと、

・チバガイキ（株）製のDarocure1173（商品名：溶解パラメータ約8.8を有する）からなり、液晶材料本体（溶解パラメータ9.8）に対して相溶性の悪い第2の重合開始剤0.019gと、を組み合わせる重合開始剤を構成している。

#### 【0093】比較例5

この比較例は紫外線吸収剤を加えない点だけが第5の実施の形態と異なり、その他については、第4の実施の形態の液晶材料24iと同じ液晶材料25eを用い、さらに、製造手順も第4の実施の形態と同一であるので、それに付いては説明を省略する。

#### 【0094】比較例6

この比較例は、紫外線吸収剤が異なるものの、その他については、第4の実施の形態の液晶材料24iと同じ液晶材料25fを用い、さらに、製造手順も第4の実施の形態と同一であるので、それに付いては説明を省略する。また、以下、説明では、第4の実施の形態と同一なと同様の部分には同一の符号を付して説明している。

【0095】この比較例は、紫外線吸収剤として、最大吸光波長領域 $E_{WT}'$ が280～340nmであって、第1の重合開始剤22iの波長域 $B_{WL}'$ （330～360nm）をカバーしきれない2、4-ジヒドロキシベンゾフェノンからなる紫外線吸収剤を含んで液晶材料25fを構成した。

#### 【0096】比較例7

この比較例は、紫外線吸収剤が異なるものの、その他については、第4の実施の形態の液晶材料24iと同じ液晶材料25gを用い、さらに、製造手順も第4の実施の形態と同一であるので、それに付いては説明を省略する。また、以下、説明では、第4の実施の形態と同一なと同様の部分には同一の符号を付して説明している。

【0097】この比較例は、紫外線吸収剤として、液晶材料本体202（溶解パラメータ9.2）に対して、相溶性が悪く（溶解パラメータ7.8）、かつ、最大吸光波長領域 $E_{WT}'$ が320～380nmであって、第1の重合開始剤22iの波長域 $B_{WL}'$ （330～360nm）をカバーしきれない5-クロロ-2-ヒドロキシベンゾフェノンからなる紫外線吸収剤を含んで液晶材料25gを構成した。

【0098】第1～第7実施の形態の製造方法で製造した高分子分散型液晶からなる液晶光学素子と、比較例1～7の製造方法で製造した高分子分散型液晶からなる液晶光学素子とを次のようにして比較した。



【0099】すなわち、図5(a)に示すように、キセノンランプ50と輝度計51とを対向して配置しておいて、これらの間にシャッター52を配置する。そして、シャッター52を介して輝度計51に入射する光を遮断した時の輝度 $I_0$ を測定する。

【0100】さらに、図5(b)に示すように、シャッター52を取り外した状態で、キセノンランプ50からの全光が輝度計51に入射した時の輝度 $I_{MAX}$ を測定する。

【0101】このようにして、輝度 $I_0$ 、 $I_{MAX}$ を測定したのち、図5(c)に示すように、液晶光学素子Sをキセノンランプ50と輝度計51との間の所定の位置に配置し、無電界状態の液晶光学素子Sを通過した光の輝度 $I_s$ を輝度計51で測定する。

【0102】そして、このようにして測定した各輝度 $I_0$ 、 $I_{MAX}$ 、 $I_s$ に基づいて、次の④式により最小透過率 $T_{min}$ (%)を計算し、その値(最小透過率)を散乱性の指標にした。

【0103】

$$T_{min}(\%) = I_s / (I_{MAX} - I_0) \times 100 \cdots \textcircled{4}$$

この評価によると、散乱性の良い液晶光学素子ほど、最小透過率 $T_{min}$ (%)は小さくなることになる。

【0104】このようにして、各実施の形態および各比較例の製造方法で作成した液晶光学素子の各温度における最小透過率 $T_{min}$ (%)の値を次の表1に示す。

【0105】

【表1】

	最小透過率 $T_{min}$ (%)		
	40℃	50℃	60℃
第1の実施の形態	3.8	3.8	3.8
第2の実施の形態	3.8	3.8	3.9
第3の実施の形態	3.8	3.9	4.1
比較例1	3.9	4.9	6.2
比較例2	3.8	5.6	6.5
第4の実施の形態	3.8	3.9	4.1
第5の実施の形態	3.8	3.8	4.1
第6の実施の形態	3.8	4.0	4.3
第7の実施の形態	4.0	4.2	4.2
比較例3	3.8	4.5	5.5
比較例4	4.0	5.1	5.9
比較例5	3.9	4.2	4.6
比較例6	4.1	4.6	5.2
比較例7	6.1	7.0	9.2

【0106】この表から明らかなように、比較例1、2の製造方法で製造した液晶光学素子では、温度が上昇するにつれて、最小透過率 $T_{min}$ が劣化していくのに対して、第1～第3の実施の形態の製造方法で製造した液晶光学素子では、温度が上昇しても最小透過率 $T_{min}$ がほとんど劣化しない、つまり、高温での散乱性の悪化が抑

えられていることがわかる。

【0107】同様に、比較例3～7では、温度が上昇するにつれて、最小透過率 $T_{min}$ が劣化していくのに対して、第4～第7の実施の形態では、温度が上昇しても最小透過率 $T_{min}$ がほとんど劣化しない、つまり、高温での散乱性の悪化が抑えられていることがわかる。

【0108】また、各液晶光学素子Sの電荷保持特性を図6に示すように測定した。

【0109】電荷保持特性は液晶光学素子Sにパルス幅 $60\mu s$ 、振幅 $\pm 5V$ 、周波数 $60Hz$ の交流電界を印加したときの電圧の保持の程度を指標に評価している。図6において、符号60は印加波形であり、61は液晶光学素子Sの電圧低下の様子を示した波形である。さらに、印加波形60のパルス印加間隔を $t$ とし、印加波形60の波形高さを $h$ とした面積 $A$ と、面積 $A$ のうち、液晶光学素子Sの電圧低下波形61によって区分される面積 $B$ との比から算出される値を電荷保持率とすると、電荷保持率 $V_k$ は、次の⑤式によって計算される。

$$V_k(\%) = B / A \times 100 \cdots \textcircled{5}$$

電荷保持の良好な素子ほど電圧低下は小さく、従って面積 $B$ が大きくなり、高い電荷保持率を示すことになる。

【0111】このようにして、各実施の形態および各比較例の製造方法で作成した液晶光学素子の温度 $60^\circ C$ における電荷保持率 $V_k$ (%)の値を次の表2に示す。

【0112】

【表2】

	電荷保持率(60℃)
第1の実施の形態	97.0%
第2の実施の形態	97.3%
第3の実施の形態	96.8%
比較例1	90.1%
比較例2	89.8%
第4の実施の形態	98.3%
第5の実施の形態	99.0%
第6の実施の形態	98.6%
第7の実施の形態	97.7%
比較例3	89.8%
比較例4	90.1%
比較例5	96.8%
比較例6	95.0%
比較例7	95.0%

【0113】この表から明らかなように、第1～第3の実施の形態は、比較例1、2に比べて電荷保持率 $V_k$ が優れているのがわかる。さらには、紫外線吸収剤をさらに添加した液晶材料を用いた第4～第7の実施の形態は比較例3～7に比べて電荷保持率 $V_k$ が優れており、さらには、紫外線吸収剤を添加していない第1～第3の実施の形態に比べても電荷保持率 $V_k$ が優れているのがわかる。

【0114】さらに、各液晶光学素子Sの相転移温度 $T_{ni}$ （等方相からネマチック相へ移行する温度）を測定した結果を次の表3に示す。

【0115】

【表3】

	相転移温度 $T_{ni}$
第1の実施の形態	92.5℃
第2の実施の形態	93.1℃
第3の実施の形態	91.5℃
比較例1	85.1℃
比較例2	83.5℃
第4の実施の形態	92.5℃
第5の実施の形態	93.1℃
第6の実施の形態	92.5℃
第7の実施の形態	93.0℃
比較例3	83.5℃
比較例4	85.1℃
比較例5	91.9℃
比較例6	88.0℃
比較例7	78.5℃

【0116】この表から明らかなように、第1～第3の実施の形態は、比較例1、2に比べて相転移温度 $T_{ni}$ が高くなっているのがわかる。また、紫外線吸収剤をさらに添加した液晶材料を用いた第4～第7の実施の形態は比較例3～7に比べて相転移温度 $T_{ni}$ が高くなっているのがわかる。

【0117】なお、比較例7において、最小透過率 $T_{min}$ の経時変化や相転移温度 $T_{ni}$ が極端に劣化しているが、これは、添加した紫外線吸収剤（5-クロロ-2-ヒドロキシベンゾフェノン）が高分子形成材料中に溶け出し重合阻害を引き起こしたためであると考えられる。

【0118】なお、上記した実施の形態では、溶解パラメータを、凝集エネルギー定数と分子量及び密度から算出した値を用いたが、各温度における分子容（または、その逆数の密度）と蒸発熱とから求めた値、あるいは表面張力と分子容とから溶解パラメータを求めてもよい。

【0119】さらに、高分子分散型液晶中の液晶材料及び液晶の重量割合及び重合開始剤と紫外線吸収剤の混合量は、各実施の形態に記載したものに限定されるものではない。さらにまた、各実施の形態では、1種類のオリゴマー材料、モノマー材料を用いているが数種類の材料を混合して用いてもよく、また、高分子分散型液晶を加温した状態で光アニールを施してもよい。

【0120】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、高分子分散型液晶を利用した液晶光学素子の電荷保持特性及び高温での散乱特性を大幅に改善することができる。以下、各請求項の効果を説明する。

【0121】請求項1、9の効果

第1の重合開始剤の光吸収波長領域にある第1の光線を液晶材料に照射したのち、引き続いて、第2の重合開始剤の光吸収波長領域にある第2の光線を照射すれば、液晶材料本体中にモノマー材料等の低分子量成分を浸透させたうえで、その低分子量成分を重合させることが可能となる。これにより、液晶材料本体中の残存物（低分子量成分）の量を減少させることができ、この液晶材料を用いる、ないしは製造方法で製造した液晶光学素子の電荷保持特性及び高温での散乱特性を大幅に改善することができる。

【0122】請求項2、10の効果

第1の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を、第1の光線として液晶材料に照射することにより、第1の光線によって液晶材料本体に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。したがって、この液晶材料を用いる、ないしは製造方法で製造した液晶光学素子の電荷保持特性及び高温での散乱特性を更に改善することができる。

【0123】請求項3、11の効果

第1の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、第2の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を、第1の光線として液晶材料に照射することにより、第1の光線によって第2の重合開始剤に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。したがって、この液晶材料を用いる、ないしは製造方法で製造した液晶光学素子の電荷保持特性及び高温での散乱特性を更に改善することができる。

【0124】請求項4、12の効果

第2の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、液晶材料本体の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を、前記第2の光線として液晶材料に照射することにより、第2の光線によって液晶材料本体に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。したがって、この液晶材料を用いる、ないしは製造方法で製造した液晶光学素子の電荷保持特性及び高温での散乱特性を更に改善することができる。

【0125】請求項5、13の効果

第2の光線として、第2の重合開始剤の光吸収波長領域内であり、かつ、第1の重合開始剤の光吸収波長領域とは重複しない波長域の光線を照射することにより、第2の光線によって第1の重合開始剤に光学的な悪影響が及ぶことがほとんどなくなる。したがって、この液晶材料を用いる、ないしはこの製造方法で製造した液晶光学素子の電荷保持特性及び高温での散乱特性を更に改善することができる。

【0126】請求項6、14の効果

光線吸収剤は、第1の光線が液晶材料本体および第2の重合開始剤に吸収されることを、また、第2の光線が液晶材料本体に吸収されることを抑制する。そのため、こ



の液晶材料を用いる、ないしはこの製造方法で製造した液晶光学素子の電荷保持特性及び高温での散乱特性を更に改善することができる。

【0127】請求項7、15の効果

光線吸収剤は、第1の光線が第2の重合開始剤や液晶材料本体に吸収されることを効率よく抑制する。そのため、この液晶材料を用いる、ないしはこの製造方法で製造した液晶光学素子の電荷保持特性及び高温での散乱特性を更に改善することができる。

【0128】請求項8、16の効果

第2の光線が不要に光線吸収剤に吸収されることがなくなる。そのため、この液晶材料を用いる、ないしはこの製造方法で製造した液晶光学素子の電荷保持特性及び高温での散乱特性を更に改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶材料を用いて製造する液晶光学素子の構成を示す断面図である。

【図2】本発明の液晶材料を用いて製造する液晶光学素子の製造途中の状態を示す斜視図である。

【図3】本発明の液晶材料本体、第1の重合開始剤、第2の重合開始剤、および第2の重合開始剤の吸光スペクトルを示す図である。

【図4】本発明の液晶材料本体、第1の重合開始剤、第2の重合開始剤、第2の重合開始剤、および紫外線吸収

剤の吸光スペクトルを示す図である。

【図5】液晶光学素子の散乱特性の評価法を示した概略図である。

【図6】液晶光学素子の電荷保持特性の評価法を示した概略図である。

【符号の説明】

201, 202 液晶材料本体

21 高分子形成材料

221 第1の重合開始剤

10 231~6 第2の重合開始剤

241~7 液晶材料

251, 252 紫外線吸収剤

A, A' 液晶材料本体の光吸収スペクトル

B, B' 第1の重合開始剤の光吸収スペクトル

C, C' 第2の重合開始剤の光吸収スペクトル

A<sub>W</sub>, C<sub>W</sub>' 液晶材料本体の光吸収波長領域

B<sub>W</sub>, B<sub>W</sub>' 第1の重合開始剤の光吸収波長領域

C<sub>W</sub>, C<sub>W</sub>' 第2の重合開始剤の光吸収波長領域

B<sub>WL</sub>, B<sub>WL</sub>' 光吸収波長領域B<sub>W</sub>の長波長側波長域

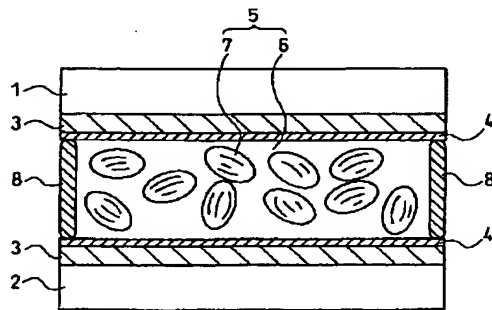
20 C<sub>WL</sub>, C<sub>WL</sub>' 光吸収波長領域C<sub>W</sub>の長波長側波長域

D<sub>W</sub>, D<sub>W</sub>' 第2の重合開始剤がほとんど吸収不可能な波長域

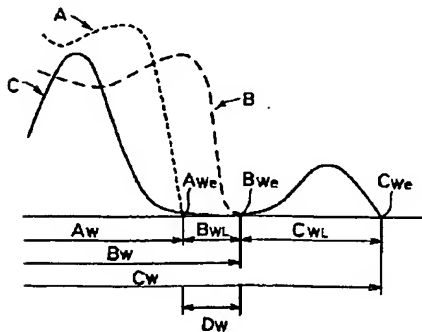
E<sub>W</sub>, E<sub>W</sub>' 紫外線吸収剤の光吸収波長領域

E<sub>WT</sub> 紫外線吸収剤の最大吸光波長域

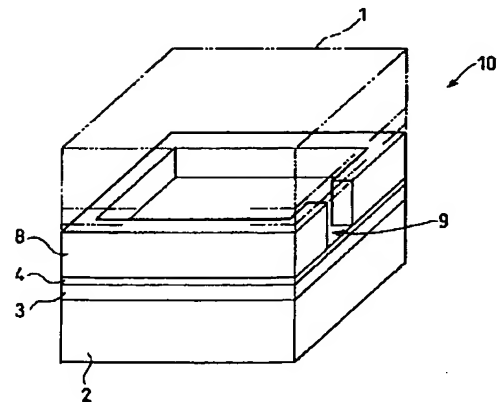
【図1】



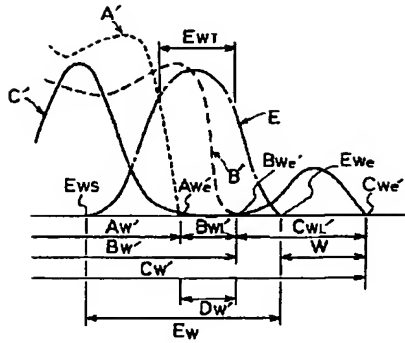
【図3】



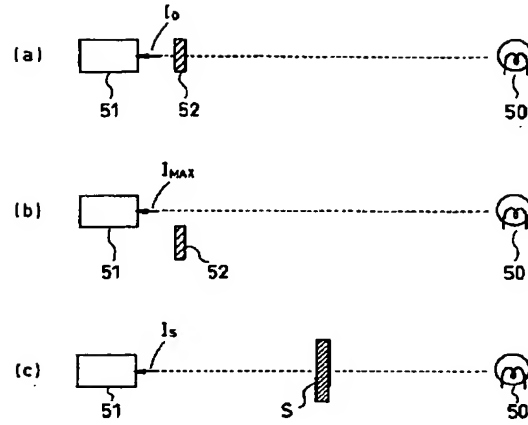
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

